

PROSES ELEKTROKOAGULASI PENGOLAHAN LIMBAH LAUNDRY

Budiany Rachmawati, Yayok Surya P dan Mohamad Mirwan
Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur
e-mail : budianyrachmawati@yahoo.com

ABSTRAK

Pada dasarnya jasa pencucian pakaian (*laundry*) tidak memiliki sistem pengolahan limbah untuk menangani limbah cair yang dihasilkan dari proses *laundry*. Oleh karena itu, diperlukan suatu metode pengolahan limbah yang cukup efisien. Salah satunya dengan proses elektrokoagulasi yang merupakan teknologi pengolahan air dengan menggunakan proses elektrokimia dimana anoda akan melepaskan koagulan aktif berupa ion Cu ke dalam larutan sehingga membentuk flok yang mampu mengikat kontaminan dan partikel dalam limbah. Penelitian dilakukan pada skala laboratorium secara batch dengan menggunakan plat tembaga sebagai elektroda dengan variasi waktu 60, 80, 100, 120, 140 menit dan variasi tegangan 9, 12, 15, 18, 21 volt. Parameter yang diukur ialah TSS dan surfaktan. Dari hasil penelitian didapatkan hasil optimal untuk efisiensi penyisihan TSS yaitu 85% dari 400 mg/lt menjadi 60 mg/lt dengan tegangan 21 volt dengan waktu sampling 140 menit diikuti dengan efisiensi penyisihan kandungan surfaktan sebesar 60,36% dari 15,21 mg/l menjadi 6 mg/l.

Kata kunci : Elektrokoagulasi, Limbah *Laundry* , TSS, Surfaktan, Limbah *Laundry*

ABSTRACT

Basically laundry haven't sewage treatment systems to handle wastewater generated from the laundry process. Therefore, we need a method of waste treatment is quite efficient. One of them with the process of electrocoagulation water treatment technology by using an electrochemical process where the anode will release active coagulant such as Cu ion into the solution to form a floc which is able to bind contaminants and particles in the effluent. The study was conducted on a laboratory scale batches using copper as an electrode with a variation of 60, 80, 100, 120, 140 minutes and voltage variations 9, 12, 15, 18, 21 volts. TSS is measured parameters and surfactant. From the results, the optimal results for TSS removal efficiency of 85% from 400 mg/l to 60 mg/l with a voltage of 21 volts with a sampling time of 140 minutes followed by allowance efficiency of 60.36% surfactant content of 15.21 mg/l to 6 mg/l.

Keyword : *electrocoagulation, Waste Laundry, TSS, surfactants, Laundry Waste*

PENDAHULUAN

Jasa *laundry* ini sebenarnya membawa manfaat yang cukup besar bagi perekonomian dengan mengurangi jumlah pengangguran serta dapat meningkatkan taraf hidup masyarakat sekitar. Akan tetapi, kegiatan *laundry* juga memiliki dampak pada kenaikan tingkat pencemaran lingkungan perairan di sekitar permukiman penduduk. Pembuangan limbah cair domestik langsung ke badan air dapat menurunkan kualitas air sehingga mempengaruhi ekosistem akuatik serta kesehatan manusia (Yudisthira, 2002).

Menurut Masduqi, kegiatan pencucian pakaian mengakibatkan penggunaan jumlah detergen yang meningkat. Faktanya pengerjaan cucian pada jasa *laundry* ini mencapai 75 s/d 80 kg setiap harinya dan limbah *laundry* yang dihasilkan berkisar 35 s/d 50 liter (Ridho, 2013). Air limbah *laundry* mengandung deterjen yang merupakan suatu derivatik zat organik sehingga akumulasinya menyebabkan meningkatnya kandungan organik. Deterjen mengandung beberapa bahan yaitu surfaktan, *builders*, *fillers*, dan *additives*. Adapun beberapa kandungan deterjen tersebut sangat membahayakan bagi lingkungan

Atas dasar permasalahan di atas maka perlu mengembangkan suatu metode alternatif yang dapat mereduksi tingkat bahaya yang ditimbulkan oleh limbah pencucian pakaian (*laundry*). Penelitian ini mencoba untuk mengembangkan metode alternatif tersebut dengan melakukan pengolahan air limbah *laundry* melalui proses elektrokoagulasi menggunakan jenis elektroda tembaga (Cu) guna menurunkan kandungan TSS dan surfaktan.

TINJAUAN PUSTAKA

Elektrokoagulasi

Menurut Susetyaningsih, proses elektrokoagulasi merupakan gabungan dari proses elektrokimia dan proses koagulasi – flokulasi dan elektrokimia. Proses ini diduga dapat menjadi pilihan metode pengolahan limbah radioaktif dan limbah B3 cair fase air alternatif mendamping metode pengolahan yang lain (Retno, dkk 2008). Elektrokoagulasi adalah proses destabilisasi suspensi, emulsi dan larutan yang mengandung kontaminan dengan cara mengalirkan arus listrik melalui air, menyebabkan terbentuknya gumpalan yang mudah dipisahkan.

Menurut Mollah, dalam penggunaan proses elektrokoagulasi harus diberikan gambaran tentang kelebihan dan kerugian dalam mengolah limbah cair (Kamilul, 2008). Adapun kelebihan dalam proses elektrokoagulasi, yaitu :

- 1) Elektrokoagulasi butuh peralatan sederhana dan mudah untuk diopeasikan.
- 2) Air limbah yang diolah dengan elektrokoagulasi menghasilkan *effluent* yang jernih, tidak berwarna dan tidak berbau.
- 3) Flok yang terbentuk pada elektrokoagulasi memiliki kesamaan dengan flok yang berasal dari koagulasi kimia. Perbedaannya adalah flok dari elektrokoagulasi berukuran lebih besar dengan kandungan air yang sedikit, lebih stabil dan mudah dipisahkan secara cepat dengan filtrasi.
- 4) Keuntungan dari elektrokoagulasi ini lebih cepat mereduksi kandungan koloid yang paling kecil, hal ini disebabkan menggunakan medan listrik dalam air sehingga mempercepat pergerakan yang

demikian rupa agar memudahkan proses koagulasi.

- 5) Elektrokoagulasi menghasilkan *effluent* yang mengandung *Total Dissolved Solid* (TDS) dalam jumlah yang lebih sedikit dibandingkan dengan pengolahan kimiawi. TDS yang rendah akan mengurangi biaya *recovery*.
- 6) Proses elektrokoagulasi tidak memerlukan penggunaan bahan kimia sehingga tidak bermasalah dengan netralisasi.
- 7) Gelembung gas yang dihasilkan pada proses elektrokoagulasi ini dapat membawa polutan ke permukaan air sehingga mudah dibersihkan.
- 8) Dapat memberikan efisiensi proses yang cukup tinggi untuk berbagai kondisi dikarenakan tidak dipengaruhi temperatur.
- 9) Pemeliharaan lebih mudah karena menggunakan sel elektrolisis yang tidak bergerak

Sedangkan kelemahan dalam proses elektrokoagulasi ialah :

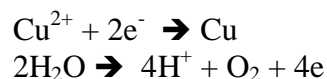
1. Tidak dapat digunakan untuk mengolah limbah cair yang mempunyai sifat elektrolit cukup tinggi dikarenakan akan terjadi hubungan singkat antar elektroda.
2. Besarnya reduksi logam berat dalam limbah cair dipengaruhi oleh besar kecilnya arus voltase listrik searah pada elektroda, luas sempitnya bidang kontak elektroda dan jarak antar elektroda.
3. Elektroda yang digunakan dalam proses elektrokoagulasi harus diganti secara teratur.
4. Terbentuknya lapisan di elektroda dapat mengurangi efisiensi pengolahan.

Adapun factor-faktor yang mempengaruhi elektrokoagulasi ialah kerapatan arus listrik, pH, waktu, tegangan, ketebalan plat, jarak antar elektroda.

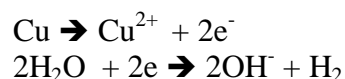
Mekanisme Elektrokoagulasi

Reaksi kimia yang terjadi pada proses elektrokoagulasi yaitu reaksi oksidasi-reduksi. Aplikasi proses ini dilakukan dengan menginjeksikan oksigen ke dalam air, sedangkan pada proses reduksi dilakukan dengan penambahan reduktor. Proses ini timbul karena adanya reaksi pada elektroda, reaksi yang timbul diakibatkan oleh masuknya aliran arus listrik searah dengan tegangan tertentu. Apabila dalam suatu elektrolit ditempatkan dua elektroda dan dialiri arus listrik searah, maka akan terjadi peristiwa elektrokimia, yaitu dekomposisi elektrolit berat ion positif (kation) bergerak ke katoda dan menerima elektron yang direduksi dan ion negatif (anion) bergerak ke anoda dan menyerahkan elektron yang dioksidasi. Pada intinya mekanisme proses oksidasi-reduksi yaitu untuk melakukan destabilisasi ion sehingga mudah untuk dilakukan proses pengendapan serta dapat mengurangi sifat racun dari ion tersebut.

Terjadi reaksi reduksi di katoda (elektroda negatif) :

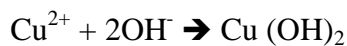


Terjadi reaksi reduksi di anoda (elektroda positif)



Reaksi reduksi dari ion Cu^{2+} akan berjalan jika dalam sel elektrokoagulasi dialirkan listrik searah (*Direct Current*). Pada anoda yang merupakan tembaga akan mengalami terjadinya

oksidasi air menjadi gas oksigen (O_2). Sedangkan di katoda akan terjadi reduksi air menjadi gas hidrogen (H_2). Ion Cu^{2+} berasal dari pelarutan anoda akan direduksi dengan ion OH^- membentuk *Cuprum Hidroksida* $Cu(OH)_2$ dengan reaksi :



Dari reaksi tersebut, pada anoda akan dihasilkan gas, buih dan flok $Cu(OH)_2$ yang akan menggumpalkan padatan tersuspensi sehingga air menjadi jernih. Sedangkan gelembung gas O_2 dan H_2 yang terjadi selama proses akan membantu mendorong polutan sehingga mengapung ke permukaan. Pengapungan gumpalan polutan karena gelembung gas yang terbentuk pada proses elektrolisis disebut dengan elektroflotasi.

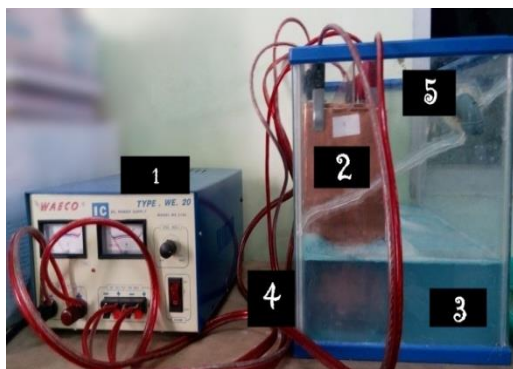
METODE PENELITIAN

Peralatan dan Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah limbah cair dari usaha *laundry* daerah Rungkut Surabaya.

Sedangkan alat yang digunakan dalam penelitian ialah : Reaktor elektrokoagulasi berbentuk persegi panjang dengan tinggi 25 cm, panjang 30 cm, dan lebar 25 cm

1. Elektroda pada elektrokoagulasi yaitu tembaga dengan ukuran 20 cm x 10 cm
2. *Power Supply*
3. Kabel listrik



Keterangan :

- 1) *Power Supply* (alat untuk melakukan proses elektrokoagulasi)
- 2) Elektroda (tembaga)
- 3) Air Limbah
- 4) Kabel Listrik
- 5) Reaktor

Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk menguji kandungan Total Suspended Solid (TSS) dan surfaktan *anionic*. Penelitian dilakukan dengan cara sebagai berikut :

- 1) Melakukan analisis awal TSS dan surfaktan terhadap air limbah untuk mengetahui presentase parameter yang dikandung.
- 2) Memasukkan air limbah sebanyak 5 liter ke dalam reaktor elektrokoagulasi dan mengatur jarak elektroda sesuai dengan peubah yang telah ditetapkan.
- 3) Mengalirkan tegangan listrik sesuai dengan peubah tegangan yang telah ditetapkan.
- 4) Melakukan proses elektrokoagulasi sesuai dengan peubah lama percobaan yang telah ditetapkan.
- 5) Menganalisis kembali hasil percobaan diatas dengan analisis TSS dan surfaktan untuk mengetahui kandungan limbah yang tersisihkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Awal

Pada penelitian ini sampel yang digunakan adalah limbah cair *laundry* yang masih baru diambil dari outlet mesin cuci lalu dimasukkan dalam jerigen yang kemudian dianalisis di Lab. Riset Teknik Lingkungan UPN "Veteran" Jawa Timur. Sampel berasal dari limbah cair *laundry* daerah Rungkut, Surabaya. Berikut ini merupakan hasil analisis awal sebelum

limbah *laundry* diolah menggunakan proses elektrokoagulasi :

TSS : 400 mg/t

Surfaktan : 16,13 mg/l

pH : 7

Berdasarkan hal tersebut, maka air limbah jasa pencucian pakaian (*laundry*) di daerah Rungkut, Surabaya masih perlu dilakukan pengolahan sebagai upaya untuk mengurangi pencemaran lingkungan perairan.

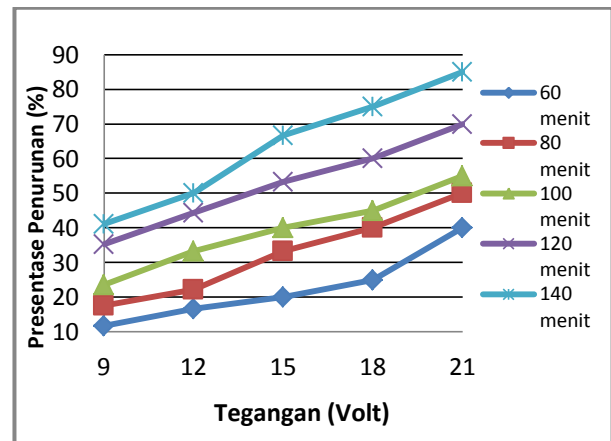
Hasil Analisis

Penelitian ini menggunakan limbah cair *laundry* dan proses elektrokoagulasi secara *batch* dengan elektroda plat tembaga sebanyak 8 buah dan jarak 2 cm.

Volt	Persentase Penurunan TSS (%)				
	60 m	80 m	100 m	120 m	140 m
9	11,76	17,65	23,53	35,29	41,18
12	16,67	22,22	33,33	44,44	50,00
15	20,00	33,33	40,00	53,33	66,67
18	25,00	40,00	45,00	60,00	70,00
21	40,00	50,00	55,00	70,00	85,00

Tabel 1 Pengaruh Tegangan dan Waktu Sampling terhadap Penurunan TSS

Tabel di atas menunjukan kemampuan elektrokoagulasi dalam menurunkan TSS dengan perbedaan waktu sampling dan tegangan. Dari data di atas terlihat persentase penurunan TSS tertinggi pada waktu sampling 140 menit dengan tegangan 21 volt yaitu 80%. Dan penurunan TSS yang paling rendah ialah hasil analisis pada waktu sampling 60 menit dengan tegangan 9 volt hanya 11,76%.



Gambar 1 Grafik hubungan perubahan tegangan terhadap persentase penurunan TSS dengan variasi waktu sampling

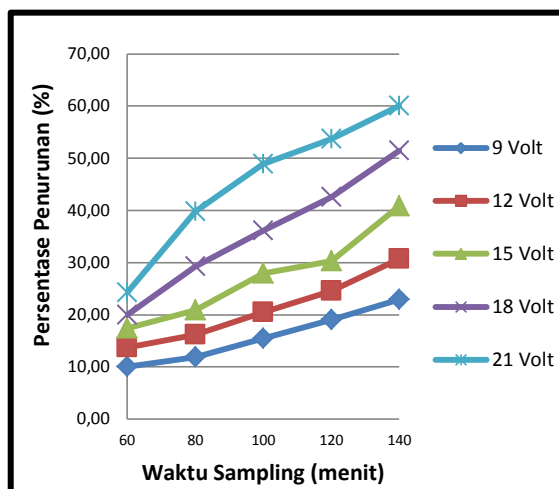
Dari gambar di atas menunjukkan bahwa semakin lama waktu maka semakin besar penyisihan TSS, demikian sebaliknya. Hal itu dikarenakan semakin lama waktu yang digunakan saat proses elektrokoagulasi terjadi interaksi antar partikel sehingga ukuran semakin meningkat dan kualitas air yang diolah semakin baik. Prinsip proses kerja pereduksian TSS secara umum yaitu adanya pertumbuhan massa flok sehingga berat jenis flok menjadi besar dan akhirnya

Volt	Persentase Penurunan TSS (%)				
	60 m	80 m	100 m	120 m	140 m
9	11,76	17,65	23,53	35,29	41,18
12	16,67	22,22	33,33	44,44	50,00
15	20,00	33,33	40,00	53,33	66,67
18	25,00	40,00	45,00	60,00	70,00
21	40,00	50,00	55,00	70,00	85,00

mengendap.

Tabel 2 Pengaruh Tegangan dan Waktu Sampling terhadap Penurunan Surfaktan

Dalam menentukan kandungan surfaktan menggunakan metode MBAS yang mempunyai prinsip kerja surfaktan anion akan berikatan dengan *metylene blue* membentuk senyawa kompleks berwarna biru yang larut dalam fase kloroform ketika diekstraksi dan dibaca konsentrasinya menggunakan spektrofotometer UV-VIS pada panjang gelombang 675 nm.



Gambar 2 Grafik hubungan perubahan tegangan terhadap persentase penurunan Surfaktan dengan variasi waktu sampling

Dari gambar 2 dapat terlihat juga adanya peningkatan dalam setiap tegangan yang bervariasi, namun proses kenaikan penyisihan tidak terlalu signifikan yang artinya proses elektrokoagulasi tidak terlalu berpengaruh besar dalam penyisihan surfaktan. Perubahan secara fisik dapat diamati secara langsung adalah kondisi plat tembaga dimana terjadinya korosi pada plat yang digunakan. Korosi merupakan proses oksidasi sebuah logam dengan udara atau elektrolit lainnya, dimana udara atau elektrolit akan mengalami reduksi. Korosi pada plat tembaga terjadi karena terlepasnya ion tembaga ke dalam air limbah. Semakin lama plat tembaga digunakan,

maka plat akan mengalami korosi semakin besar.

Dalam teori, semakin lama waktu proses elektrokoagulasi maka pembentukan H_2 dan OH^- semakin banyak sehingga semakin banyak pula jumlah kompleks yang mengikat polutan dan jumlah gas hidrogen. Dengan demikian jumlah polutan dalam larutan akan semakin berkurang.

Penurunan konsentrasi surfaktan melalui proses elektrokoagulasi menunjukkan pola yang sama dengan proses penyisihan TSS, yaitu semakin besar tegangan dan lama waktu sampling maka hasil yang didapatkan semakin baik. Terjadi penyisihan surfaktan pada percobaan ini disebabkan beberapa proses. Menurut Ge (2004) penyisihan surfaktan pada proses elektrokoagulasi disebabkan karena terjadi adsorpsi surfaktan pada permukaan partikel sehingga terbentuk permukaan yang *hydrophobic* yang menyebabkan partikel dalam air limbah akan naik ke permukaan dengan bantuan gelembung gas yang terbentuk. Semakin lama waktu sampling maka gelembung gas yang dihasilkan akan semakin meningkat sehingga kemampuan elektrokoagulasi dalam menyisihkan juga meningkat.

Dan menurut Aboulhassan, penurunan surfaktan pada penelitian ini disebabkan karena terjadinya suatu proses yang disebut *Adsorptive Micelle Flocculation* (AMF). Proses ini terjadi ketika struktur surfaktan yang terbentuk micelle beradsorpsi dengan ion Cu yang akan mengikat bahan organik dari air limbah dan membentuk flok yang dapat dipisahkan dengan mudah.

KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa :

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Teknologi elektrokoagulasi dapat menjadi salah satu teknologi alternatif dalam menurunkan kandungan organik dalam limbah mendampingi pengolahan lainnya.
- 2) Proses elektrokoagulasi dapat menurunkan kandungan *Total Suspended Solid* (TSS) dan surfaktan pada limbah cair *laundry*. Efektifitas penurunan TSS pada reaktor elektrokoagulasi dalam penelitian ini sebesar 85% dan penurunan surfaktan sebesar 60,36 % pada variabel tegangan 21 volt dengan waktu sampling 140 menit. Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa tegangan yang cukup besar dan waktu yang lama akan memberikan pengaruh secara mandiri terhadap proses elektrokoagulasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, (2014). *Analisa Limbah Pada Instalasi Pengolahan Air Limbah Di Rumah Sakit Islam Siti Hajar Mataram*.
[Http://Elibrary.Ub.Ac.Id/Bitstream/123456789/23186/1/Analisis-Limbah-Pada-InstalasiPengolahan-Air-Limbah-Di-Rumah-Sakit-Islam-Siti-Hajar-Mataram.Pdf](http://Elibrary.Ub.Ac.Id/Bitstream/123456789/23186/1/Analisis-Limbah-Pada-InstalasiPengolahan-Air-Limbah-Di-Rumah-Sakit-Islam-Siti-Hajar-Mataram.Pdf)
- Furqon, Kamilul, dkk, (2008). *Daur Ulang Air Limbah Usaha Pencucian Kendaraan Bermotor Dengan Menggunakan Elektrokoagulasi*. Universitas Mulawarman Samarinda.
- Hendriarianti, Evy, Dkk, (2010). *Pengaruh Jenis Elektroda dan Jarak Antar Elektroda Dalam Penurunan COD dan TSS Limbah Cair Laundry Menggunakan Elektrokoagulasi Konfigurasi Monopolar Aliran Kontinyu*, Skripsi Institut Teknologi Nasional Malang.
- Lirrey, Ferdinand Jesaya, (2010). *Pengolahan Limbah Cair Industri Pembekuan Menggunakan Teknologi Plasma*, Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Sipil dan Perencanaan Universitas Pembangunan Nasional "Veterann" Jawa Timur.
- Nur, Aulia, (2012). *Potensi Pemanfaatan Limbah Laundry Rumah Tangga Dalam Memproduksi Gas Hidrogen Hidrogen Oksigen (HHO) Sebagai Bahan Bakar Alternatif*, Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Sipil Dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Prasmono, Bayu, (2010). *Pengolahan Air Limbah Cold Storage Menggunakan Proses Elektrokoagulasi*, Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur.
- Putero, Susteyo Hario, dkk, (2008). *Pengaruh Tegangan dan Waaktu pada Pengolahan Limbah Radioaktif yang Mengandung Sr90 Menggunakan Metode Elektrokoagulasi*, Prosiding Seminar Nasional ke-14 Teknolongi dan Keselamatan PLTN serta Fasilitas Nuklir, Bandung.

Sulistyani, Erika, dkk (2010).
Pengendalian Fouling Membran Ultrafiltrasi Dengan Sistem Automatic Backwash Dan Pencucian Membran, Skripsi Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

Susetyaningsih, Retno, Dkk, (2008).
Kajian Proses Elektrokoagulasi Untuk Pengolahan Limbah Cair, Seminar Nasional IV SDM Teknologi Nuklir Sekolah Tinggi Teknik Lingkungan Yogyakarta.

Wandhana, Rido, (2013). *Pengolahan Air Limbah Laundry Secara Alami (Fitoremediasi) Dengan Tanaman Kayu Apu (Pistia Stratiotes)*, Skripsi Teknik Lingkungan Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.

Yuditya, Danang Haryono, (2011).
Sumber Air Limbah.
[Http://danang-dancil.blogspot.com/2011/01/sumber-air-limbah.html](http://danang-dancil.blogspot.com/2011/01/sumber-air-limbah.html)